

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The Effectiveness of Critical Thinking Training on the Self-Esteem of Sixth Grade Female Students

Azam Gholami^{*,1}, Leila Araqi Sogoli Tapeh²

^{*,1} Department of Biology Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889Tehran, Iran
(Corresponding Author)

² Master of Biology Education, Nasibah Campus, Farhangian University, Tehran

ABSTRACT

Background and Objectives: Augmented reality is one of the new applied technologies in the field of education which has been able to simulate the real world in the form of animation, virtual objects, 3D images, sound, etc., enabling the user to interact with the curriculum and play an effective role in education by taking help from virtual space. The purpose of this research is the effect of interactive augmented reality-based education on biology education. **Methods:** The research was conducted using a semi-experimental method with a pre-post-test design and a memory test. The statistical population of the research included two classes of 27 female students in the twelfth grade of experimental Shahid High School in Pakdasht city in the academic year of 1401-1400 which were randomly divided into control and experimental groups. The control group was trained traditionally and the experimental group was trained with the mentioned technology. The research questionnaires included Kolb's learning styles questionnaire and researcher-made learning and memory evaluation. Statistical methods of frequency, average, standard deviation, t-tests of independent and paired groups were used in data analysis. Cronbach's alpha coefficient was used to check the reliability of the questionnaires and Koder-Richardson method was used to check the reliability of the tests. In order to check the content validity index of the questionnaires, the CVR method was used, and the CVI method was used to check the content validity index of the tests. The significance level for all tests was $p < 0.05$. **Findings and Conclusion:** The findings of the research showed that the pre- and post-test difference between control and experimental groups was significant and higher average scores of the experimental group indicate better learning. But the non-significance of the post-test-remembering difference indicates the memorization of the material in both groups and the lower score drop in the experimental group confirms the greater consolidation of what has been learned. The analysis of the questionnaires of learning styles and made by the researcher also shows the effectiveness of the educational method and the reception of the students.

Keywords:

- Augmented Reality
- Teaching
- Learning
- Biology
- Virtual training

1 .Corresponding author
✉ A.Gholami@cfu.ac.ir

ISSN (Online): 2645-7717

DOI: [10.48310/ITT.2023.3116](https://doi.org/10.48310/ITT.2023.3116)


Received: 2023/04/16

Reviewed: 2023/06/27

Accepted: 2023/07/11

PP: 35- 54

Citation (APA): Gholami, A., & Araghi Sogoli tape, L. (2024). The effect of augmented reality technology on the teaching-learning process and acceptance of students in the virtual education of biology. *The Journal of Theory and Practice in Teachers Education*, 10 (17), 35 - 54.

 <https://doi.org/10.48310/ITT.2023.3116>



تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر فرایند یاددهی - یادگیری و پذیرش دانش آموزان دختر متوسطه دوم در آموزش مجازی درس زیست‌شناسی

مقاله پژوهشی / مروری

اعظم غلامی^{۱*}، لیلا عراقی سوگلی تپه^۲

۱. استادیار گروه زیست‌شناسی، پردیس نسیمیه، دانشگاه فرهنگیان استان تهران

۲. کارشناسی ارشد آموزش زیست‌شناسی، پردیس نسیمیه، دانشگاه فرهنگیان استان تهران

چکیده

پیشینه و اهداف: واقعیت افزوده یکی از فناوری‌های کاربردی نوین در حوزه آموزش است که توانسته با شبیه‌سازی دنیای واقعی به‌صورت پویانمایی، اجسام مجازی، تصاویر سه‌بعدی، صدا و... امکان تعامل کاربر را با مفاد درسی ممکن سازد و با کمک گرفتن از فضای مجازی نقش مؤثری در آموزش ایفا نماید. هدف پژوهش حاضر، تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر آموزش زیست‌شناسی است. **روش‌ها:** پژوهش به روش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش - پس‌آزمون و آزمون سنجش یاد داری انجام شد. جامعه آماری پژوهش، شامل دو کلاس ۲۷ نفره دانش‌آموزان دختر پایه دوازدهم تجربی دبیرستان شاهد شهرستان پاکدشت در سال تحصیلی ۱۴۰۱ - ۱۴۰۰ است که به‌طور تصادفی به گروه‌های گواه و آزمایش تقسیم شدند. گروه گواه به‌صورت سنتی و گروه آزمایش با فناوری مذکور آموزش دیدند. پرسش‌نامه‌های پژوهش شامل پرسش‌نامه سبک‌های یادگیری کلب و محقق ساخته ارزیابی یادگیری و یادداری است. در تحلیل داده‌ها از روش‌های آمارهای فراوانی، میانگین، انحراف معیار، آزمون‌های t گروه‌های مستقل و جفتی استفاده شده است. جهت بررسی پایایی پرسش‌نامه‌ها از طریق ضریب آلفای کرونباخ و بررسی پایایی آزمون‌ها، از روش کودر - ریچاردسون استفاده شده است. به‌منظور بررسی شاخص روایی محتوایی پرسش‌نامه‌ها از روش CVR جهت بررسی شاخص روایی محتوایی آزمون‌ها از روش CVI استفاده شد. سطح معناداری برای همه آزمون‌ها $p < 0/05$ در نظر گرفته شد. **یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش نشان داد اختلاف پیش و پس آزمون گروه‌های گواه و آزمایش معنادار بوده و بیشتر بودن میانگین نمرات گروه آزمایش نشان‌دهنده یادگیری بهتر است. اما معنادار نبودن اختلاف پس‌آزمون - یاد داری نشان‌دهنده یادداری مطالب در هر دو گروه بوده و افت کمتر نمره در گروه آزمایش، تثبیت بیشتر آموخته‌ها را تأیید می‌کند. **نتیجه‌گیری:** تحلیل پرسش‌نامه‌های سبک‌های یادگیری و محقق ساخته نیز نشان‌دهنده اثربخشی روش آموزشی و استقبال دانش‌آموزان است.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید.



DOI: [10.48310/ITT.2023.3116](https://doi.org/10.48310/ITT.2023.3116)

واژه‌های کلیدی:

- واقعیت افزوده
- یاددهی
- یادگیری
- زیست‌شناسی
- آموزش مجازی

۱. نویسنده مسئول

A.gholami@cfu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰

شماره صفحات: ۳۵ - ۵۴

COPYRIGHTS

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



مقدمه

با ورود به عصر اطلاعات، نهاد آموزش و پرورش که در دنیای پیچیده امروز بسیار با اهمیت است، از اولین نهادهایی است که تغییرات اساسی پیدا کرده است. امروزه پیشرفت و توسعه جوامع وابسته به رشد نظام آموزشی است، بنابراین نمی‌توان با اتکا به روش‌های سنتی این پیشرفت و تحول را ایجاد نمود. گسترش روزافزون دانش در جوامع نشان می‌دهد امروزه آموزش با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات از اهمیت بیشتری برخوردار است. ایجاد این تحولات در سال‌های اخیر، سبب شده تا ارائه اطلاعات مفید در یک مسیر تأثیرگذار برای معلمان و مربیان به ضرورتی مهم تبدیل شود. امروزه سعی بر این است تا با استفاده از روش‌های نوین آموزشی بتوان مطالب را در زمان کمتر و با عمق بیشتری به یادگیرنده آموخت. با توجه به تغییر دائمی زندگی روزمره همگام با دنیای فناوری‌های نوین، ایجاد و استفاده از روش‌های جدید یادگیری با استفاده از فناوری یک نیاز ضروری است (Rajabiyani Dehzireh, Dortaj & Bashirnejad, 2019; Dastjerdi, 2019).

در پی این تحولات، لازم است محتوای کتاب‌های آموزشی نیز گامی فراتر از چارچوب فیزیکی خود برداشته و با کمک فناوری‌های نوین به صورت چندرسانه‌ای و الکترونیکی، خود را با شرایط موجود تطبیق دهند؛ بنابراین محتوای سنتی حاوی متن و تصویر کتاب، باید جایگزین محتوای الکترونیکی چندرسانه‌ای تعاملی شود و فرصت‌هایی را برای استفاده از روش‌های مختلف آموزشی نوین در تفهیم مطالب درسی به دانش‌آموزان ارائه کند (Faregh & Jafari Sisi, 2020). بنابراین با مدیریت مواد درسی به صورت مشخص کردن مدت زمان لازم برای مطالعه هر درس توسط هر دانش‌آموز، استفاده از افزایش ارتباط و تعامل دانش‌آموزان، ایجاد محیط‌های رقابتی برای افزایش انگیزه و کاهش تنش دانش‌آموزان، گرافیک، پویانمایی، تصاویر سه‌بعدی و شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای در تدریس و استفاده از محتوای تکمیلی مانند مباحث تکمیلی و تکالیف می‌توان مشکلات یادگیری را کاهش داده و کیفیت و سرعت انتقال اطلاعات و یادگیری را افزایش داد (Ashtari Mahini & Klarestani, 2017).

باتوجه به اینکه، فناوری واقعیت افزوده^۱ که به اختصار «AR» نیز نامیده می‌شود، نیازی به تهیه سخت‌افزارهای پیچیده و پرهزینه ندارد و قابلیت‌های عناصر هنری چندرسانه‌ای تعاملی را دارد، محبوبیت فراوانی پیدا کرده و در بهبود کیفیت محتوای کتاب‌های درسی پتانسیل بالایی از خود نشان داده است (Faregh & Jafari Sisi, 2020). این ابزار یادگیری مبتکرانه به دانش‌آموز اجازه می‌دهد برای دیدن «دنیای واقعی» هم‌زمان از دنیای مجازی استفاده کند. مدل‌های سه‌بعدی منحصربه‌فرد ارائه شده باعث می‌شود تجارب جذابی در معرض دید دانش‌آموزان قرار گیرد و به رفع مشکلات انتزاعی آنها کمک کند. در نتیجه با متحول نمودن فضای آموزشی کلاس‌های رایج، یادگیری حقایق کسل‌کننده به یادگیری پر جنب‌وجوش تبدیل می‌شوند (Kalana et al, 2020).

روش‌های نوین تدریس مبتنی بر فناوری‌های جدید مانند واقعیت افزوده، سعی دارد جهت بهبود و کاهش مشکلات یادگیری و انتقال اطلاعات فرصت‌های متنوعی را ایجاد نماید. درس زیست‌شناسی به دلیل اینکه یکی از اساسی‌ترین دروس رشته علوم تجربی است و در زندگی افراد تأثیر بسزایی دارد، بخش مهمی از برنامه نظام‌های آموزشی را به خود اختصاص داده است. اما با این وجود تحقیقات نشان می‌دهد که به دلیل عدم تجسم و انتزاعی بودن مطالب، یادگیرندگان فهم منسجم و بلند مدتی از محتوای علم را به دست نمی‌آورند و نمی‌توانند به خوبی دانسته‌های خود را بکار گیرند؛ بنابراین به کارگیری فناوری واقعیت افزوده در تدریس درس زیست‌شناسی می‌تواند تأثیر مثبتی در یادگیری فراگیران ایجاد کرده و جذابیت یادگیری را بیشتر نماید. در تبیین این نتیجه می‌توان گفت که کاربرد این فناوری با ایجاد اعتماد به نفس بالاتر و افزایش انگیزه یادگیری در فراگیران در مقایسه با روش سنتی، ایجاد درک مستقیم و معنادار و همچنین رضایت فراگیران را افزایش داده و دانش‌آموزان را از حالت منفعل خارج نموده و زمینه بهبود یادگیری و کاهش مشکلات در این زمینه را فراهم می‌سازد. پس آموزش علوم تجربی از جمله آموزش زیست‌شناسی با کمک برنامه‌های

واقعیت افزوده سبب افزایش توجه فراگیران به موضوع یادگیری، تعامل بیشتر و ارائه ملموس‌تر فرایندها و مفاهیم به فراگیران می‌شود؛ بنابراین درک روابط بین اندیشه‌ها توسط دانش‌آموزان بسیار راحت‌تر صورت گرفته و در نتیجه یادگیری از پایداری و ماندگاری بیشتری برخوردار می‌شود و این امکان فراهم می‌شود تا یادگیرندگان با تجزیه و تحلیل اشیا از دیدگاه‌های مختلف به یادگیری از طریق تجربه بپردازند (Gharibi et al, 2020).

کاربرد فناوری واقعیت افزوده در یادگیری زیست‌شناسی منجر به نوآوری و ایجاد انواع جدیدی از رسانه‌های آموزشی می‌شود. در ارتباط با این فناوری در یادگیری زیست‌شناسی، می‌توان نتیجه گرفت از آنجایی که این فناوری روش‌های یادگیری جذاب‌تر و با تعامل بیشتر برای دانش‌آموزان ارائه می‌دهد و یادگیری پایداری ایجاد می‌نماید، می‌تواند بازخوردهای مثبت زیادی در مدارس برای یادگیری زیست‌شناسی به همراه داشته باشد. اما در زمینه کاربرد نرم‌افزارهای این فناوری باید موارد مهمی مدنظر قرار گیرد، از جمله اینکه نرم‌افزار باید توسط افرادی طراحی شود که دانش کافی نسبت به موضوع دارند تا اطلاعات غلط ارائه نشود (Erwinsah et al, 2019).

همچنین رشد مداوم استفاده از فناوری واقعیت افزوده تلفن همراه در زمینه آموزش و توسعه نرم‌افزارهای واقعیت افزوده برای یادگیری زیست‌شناسی، فضای کلاس‌های آموزشی رایج را متحول کرده است. این رویکرد نوآورانه تجسم آموزش محوری را فراهم می‌کند که موجب افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان می‌گردد. درک مطالب مطرح شده توسط معلم با استفاده از این فناوری برای دانش‌آموزان ساده‌تر می‌شود. برنامه‌های واقعیت افزوده قابل حمل به‌ویژه از طریق تلفن‌های همراه با ایجاد امکانات یادگیری در هر مکان، امکان دسترسی سریع به اطلاعات جمع‌آوری شده از منابع مختلف را به دانش‌آموزان می‌دهد (Kalana et al, 2020).

تحقیقات سال‌های اخیر نشان می‌دهد فناوری واقعیت افزوده کمک‌های زیادی به محیط‌های آموزشی می‌کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در مطالعات مربوط به درس زیست‌شناسی، مفاهیم انتزاعی را ملموس، عینی و دائمی‌تر می‌کند و سبب سرگرم‌کننده‌تر شدن درس می‌شود. با حمایت از یادگیری مشارکتی سبب ارتقای پیشرفت تحصیلی می‌شود. با لذت‌بخش کردن بیشتر درس، آموزش مفاهیم را تسهیل و تصورات غلط را کاهش می‌دهد. لذت‌بخش و جذاب بودن، افزایش علاقه و انگیزه، ایجاد هیجان و شادی، مسئولیت‌پذیری درباره یادگیری و از بین بردن کج‌فهمی‌ها در مورد درس، همگی نشان‌دهنده تأثیرات مثبت استفاده از واقعیت افزوده بر دانش‌آموزان است. استفاده مؤثر از فناوری‌های جدید مانند واقعیت افزوده در آموزش زیست‌شناسی می‌تواند بر تصورات دانش‌آموزان تأثیر گذاشته و ضمن بهبود بخشیدن خلاقیت، انگیزه و نگرش آنها را نسبت به درس تغییر دهد. این فناوری همکاری دوسویه بین دانش‌آموزان و معلم در کلاس درس را افزایش داده و یادگیری از طریق تجربه صورت می‌گیرد. با افزایش تخیل دانش‌آموزان، سبب درک موضوع و تجسم مفاهیم انتزاعی زیست‌شناسی شده و دانش‌آموزان باکمال‌میل روی درس تمرکز کرده و دیرتر از یک درس عادی خسته شده و علاقه خود را از دست می‌دهند. علاوه بر این به‌کارگیری شیوه‌هایی که در آن به جای روش‌های سنتی از روش‌های کلاسیک برای جهت تولید محتوای درسی، استفاده می‌شود، می‌تواند دیدگاه‌های جدیدی را در مورد آموزش زیست‌شناسی ارائه دهد (Omurtak & Zeybek, 2022).

بررسی‌ها حاکی از تأثیر واقعیت افزوده بر سه سطح از نتایج یادگیری یعنی دانش، مهارت و عملکرد دارد. آموزش از طریق فناوری واقعیت افزوده در دهه اخیر تأثیرات زیادی نسبت به آموزش‌های متداول در تسهیل عملکرد (به‌کارگیری و انتقال دانش و مهارت‌ها) دانش‌آموزان داشته است تا فراگیران بتوانند تمریناتی را در مورد مسائل دنیای واقعی انجام دهند. فناوری واقعیت افزوده امکان تجسم و همکاری را فراهم می‌کند. تحقیقات نظری و تجربی در مورد تجسم و همکاری نشان داده است که تجسم و همکاری در حین یادگیری می‌تواند دانش و مهارت دانش‌آموزان را افزایش دهد. همچنین فناوری واقعیت افزوده بر استفاده از اشیا مجازی با تمرکز بر محیط‌های دنیای واقعی تأکید دارد که به‌خوبی با امکانات این فناوری از جمله غوطه‌وری و زمینه‌سازی هماهنگ است. علاوه بر این، بررسی فعلی نشان می‌دهد که با پشتیبانی مکانیسم‌های بازی و مداخلات اصلاح‌شده یا نوآورانه فناوری واقعیت افزوده می‌توان دانش و مهارت

دانش‌آموزان را افزایش داد. همچنین فناوری واقعیت افزوده می‌تواند با ترکیب تجسم‌های سه‌بعدی ممکن به دانش‌آموزان اجازه دهد با بازرسی و دست‌کاری اشیای سه‌بعدی مجازی و طراحی و اجرای تجسم سه‌بعدی، از دیدگاه‌ها و زوایای مختلف به یادگیری مفاهیم انتزاعی بپردازند (Chang et al, 2022).

تقویت مهارت دانش‌آموزان در توضیح و اجرای تحلیل‌های علمی، از مزیت‌های دیگر استفاده از واقعیت افزوده در آموزش است. مطالعات نشان داده دانش‌آموزانی که برای یادگیری از فناوری واقعیت افزوده استفاده می‌کنند در مقایسه با دانش‌آموزانی که فقط به آموزش‌های ارائه شده توسط معلمان خود وابسته هستند، می‌توانند جزئیات دقیق‌تر و بیشتری را در خصوص موضوعات آموخته شده بیان کنند. حفظ توجه و علاقه حین مشاهده مدل سه‌بعدی واقعیت افزوده، یکی از عواملی است که این جنبه مثبت را تقویت می‌کند. ارائه ویژگی‌های اطلاعاتی به صورت سه‌بعدی، با ایجاد یک تعامل واقعی به دانش‌آموز فرصت می‌دهند با سرعت و توان خود مطالب را فراگیرند و یادگیری به کلاس درس محدود نشود. همچنین ایجاد تجسم سه‌بعدی با کمک واقعیت افزوده به دانش‌آموز کمک می‌کند تا مسائل علمی زیست‌شناسی را با دقت و جزئیات بیشتری مشاهده کرده و بیاموزد. استفاده از واقعیت افزوده در علم زیست‌شناسی، ضمن تحریک حس کنجکاوی دانش‌آموزان، انگیزه آنها را برای اکتشاف بیشتر می‌کند. اساساً انگیزه عاملی است که می‌تواند تلاش دانش‌آموزان را برای یادگیری بیشتر کند و عملکرد آنها را بهبود بخشد (Kalana et al, 2020).

همکاری و هماهنگی نظام آموزشی با پیشرفت سریع علوم و فناوری - مشارکت و فعالیت هر چه بیشتر حواس فراگیران در جریان آموزش به منظور تحقق یادگیری بنیادی و مؤثر - جلوگیری یا کاهش مسائل و مشکلات آموزشی، از مهم‌ترین عوامل دیگری است که اهمیت کاربرد این فناوری را در آموزش نشان می‌دهد. واقعیت افزوده تعاملی توانسته با ترکیب اشیای دیجیتال و فیزیکی، محیط‌های آموزشی ترکیبی ایجاد کند. این موضوع نشان می‌دهد این فناوری با توانایی‌های خاصی که دارد می‌تواند مهارت‌هایی همچون برقراری ارتباط از طریق تمرینات مشترک، حل مسئله و تفکر انتقادی را به سهولت گسترش دهد؛ بنابراین با کاربرد و تعامل با این فناوری، انگیزه یادگیری دانش‌آموزان افزایش یافته و با کمک به دانش‌آموزان در جمع‌آوری، پردازش و یادآوری اطلاعات، یادگیری جذاب و سرگرم‌کننده‌ای را به وجود می‌آورد؛ بنابراین از بهترین روش‌های تدریس و آموزش جهت ارائه مطالب درسی به دانش‌آموزان است و می‌تواند در به دست آوردن مهارت‌های بهتر به یادگیرندگان کمک کند (Rajabiyan Dehzireh t al, 2019).

معلمان آینده‌نگر زیست‌شناسی عمدتاً نظرات مثبتی را در مورد فناوری واقعیت افزوده بیان می‌کنند. طبق این نظرات قابلیت تکرار، هیجان‌انگیز و جذاب بودن، علاقه دانش‌آموزان به استفاده از تصاویر، پویانمایی و فیلم‌ها، داشتن برنامه‌های کاربردی، پشتیبانی چندرسانه‌ای و برنامه‌ریزی درباره موضوع از مزایای استفاده از این فناوری است. همچنین این معلمان بیان داشتند جدای از تفهیم مفاهیم، تمرینات انجام شده با کمک این فناوری جالب است و علاوه بر افزایش ماندگاری در یادگیری، یادگیری را دردسترس‌تر و سرگرم‌کننده‌تر کرده و مشارکت در درس را افزایش داده و فرصت تکرار موضوع را فراهم می‌کند. با استفاده از اشیای دیداری در محیط سه‌بعدی و برنامه‌های واقعیت افزوده، به دلیل افزایش انگیزه و تمرکز دانش‌آموزان، دامنه توجه دانش‌آموزان در مقایسه با کلاس‌های سنتی زیست‌شناسی بیشتر شده و علائق آنها به راحتی منحرف نمی‌شود. همچنین بسیاری از مطالعات نشان داده این رویکردهای یادگیری می‌توانند به نیازها و درخواست‌های دانش‌آموزان پاسخ دهند و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای رفع مشکلات آموزشی موجود ارائه دهند (ppp iii & Karakoyun, 2021).

استفاده از روش آموزشی واقعیت افزوده تعاملی با کمک نرم‌افزار راوینو در این پژوهش، تا کنون در کشور اجرایی نشده است. به همین دلیل به روش‌های مشابه استفاده شده در خارج از کشور اشاره می‌شود. استفاده از برنامه Applearn در کتاب‌های درسی زیست‌شناسی در مدارس متوسطه سنگاپور جهت آموزش ساختارهای مختلف سامانه قلبی - عروقی (Ba et al, 2019)، استفاده از برنامه Magicbook جهت آموزش سیستم عصبی بدن برای یادگیری ساده‌تر ساختار آناتومی آن (Kucuk, Kapakin & Goktas, 2016)، استفاده از برنامه Humar جهت یادگیری آناتومی

اسکلت انسان و شکل‌گیری یک دانش بلندمدت (Jamali et al, 2015)، استفاده از نرم‌افزاری جهت مدل‌سازی سه‌بعدی و واقعیت افزوده برای آموزش زیست مولکولی (Safadel & White, 2018)، تبدیل تصویر دوبعدی به سه‌بعدی و همچنین نشان‌دادن تصاویر و اشکال بزرگ دستگاه گوارش به صورت سه‌بعدی (Erwinsah et al, 2019)، بررسی ساختار حیوانات با کمک یک مدل حیوانی و تشریح قسمت‌های مختلف بدن که با کمک برنامه Unity 3D بر روی تلفن‌های وان پلاس 5T^۱، سامسونگ S8^۲ و سامسونگ S7^۳ آزمایش شده است (Arslan, Kofoglu & Dargut, 2020) نمونه‌هایی از کاربرد واقعیت افزوده در آموزش زیست‌شناسی است.

آموزش درس زیست‌شناسی باتوجه‌به محتوای انتزاعی که دارد بسیار متکی بر ارائه تصاویر سه‌بعدی است و به همین دلیل استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی شامل فناوری واقعیت افزوده تلفن همراه و کاربرد آن در آموزش زیست‌شناسی روبه‌افزایش است. باتوجه‌به جدیدالتألیف بودن کتاب زیست‌شناسی پایه دوازدهم و اهمیت نقش فناوری در آموزش و یادگیری مفاهیم این کتاب (سلولی، مولکولی، ژنتیک، نوترکیبی و...)، پژوهش حاضر به دنبال بررسی تأثیر واقعیت افزوده تلفن همراه بر فرایند یاددهی - یادگیری درس زیست‌شناسی پایه دوازدهم در آموزش مجازی است تا بتواند از این راه به راهبردهایی دست‌یافته که در مراکز آموزشی و پژوهشی قابل‌بهره‌برداری بوده و آموزش درس زیست‌شناسی را ارتقا بخشد (Kalana et al, 2020).

باتوجه‌به عنوان و اهداف پژوهش، این پژوهش به دنبال پاسخ به سؤال‌های پژوهشی زیر است:

- آموزش زیست‌شناسی از طریق واقعیت افزوده تعاملی در مقایسه با آموزش‌های مرسوم به شیوه سنتی تا چه میزان مؤثرتر و مطلوب‌تر است؟
- آموزش از طریق واقعیت افزوده تعاملی در مقایسه با آموزش از طریق کتاب سنتی و شیوه مرسوم تا چه حد در میزان یادگیری محتوای درسی زیست‌شناسی در دانش‌آموزان تأثیر دارد؟
- بین میزان یاد داری محتوای درسی زیست‌شناسی در دانش‌آموزانی که از طریق واقعیت افزوده تعاملی آموزش دیده‌اند در مقایسه با آن‌هایی که با کتاب سنتی و به شیوه مرسوم آموزش دیده‌اند؛ تفاوت معنی‌داری وجود دارد؟

روش

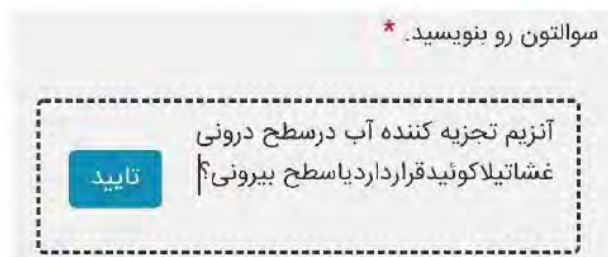
این پژوهش بررسی تجربی در چارچوب نیمه‌آزمایشی و از نوع کاربردی است که در آن متغیری بر روی گروه آزمایش اعمال و نتیجه با گروه گواه مقایسه شده است. هدف اصلی این تحقیق بررسی دو شیوه آموزش با استفاده از واقعیت افزوده تلفن همراه و سنتی بر میزان یادگیری، یاد داری، انگیزه و حس کنجکاوی در درس زیست‌شناسی دانش‌آموزان دختر پایه دوازدهم تجربی دبیرستان شاهد مرضیه شهرستان پاکدشت در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ است. در این طرح پژوهشی نیمه‌آزمایشی از سه آزمون (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و سنجش سطح یاد داری) برای گروه‌های آزمایش و گواه، پرسش‌نامه استاندارد سبک‌های یادگیری کلب برای گروه‌های آزمایش و گواه و پرسش‌نامه محقق ساخته برای سنجش میزان علاقه‌مندی و انگیزه جهت استفاده از روش واقعیت افزوده تعاملی برای گروه آزمایش استفاده شد. جامعه آماری، دانش‌آموزان دختر دو کلاس ۲۷ نفره پایه دوازدهم تجربی دبیرستان شاهد مرضیه شهرستان پاکدشت است که به طور تصادفی به دو گروه گواه و آزمایش تقسیم شدند.

قبل از آغاز تدریس و اعمال متغیرها، پیش‌آزمون برگزار شد. بعد از آموزش فرایند تکمیل پرسش‌نامه برخط^۴ سبک‌های یادگیری کلب انجام شد. برای شناسایی و در نظر گرفتن سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان جهت افزایش انگیزه آنها برای یادگیری و فهم وجود یا عدم وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های گواه و آزمایش از نظر سبک‌های یادگیری

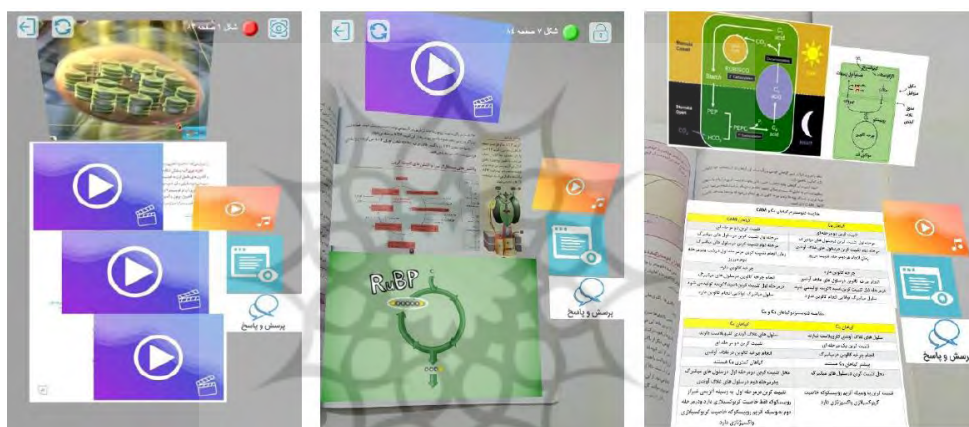
1. OnePlus 5T
2. Samsung S8
3. Samsung S7
4. Online

تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال، از پرسش‌نامه سبک‌های یادگیری کلب استفاده شد. به دلیل اینکه تدریس به روش واقعیت افزوده تعاملی به عواملی مانند سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان بستگی دارد، در ادامه روند اجرای روش آموزشی مدنظر، از نتایج به‌دست‌آمده از بررسی سبک‌های یادگیری استفاده شد. از ترکیب دو شیوه یادگیری مشاهده تأملی و مفهوم‌سازی انتزاعی سبک یادگیری جاذب یا برنامه‌ریز ایجاد می‌شود. یادگیرندگان این سبک، تمایل کمتری به ارتباط با افراد دارند. سبک یادگیری همگرا از ترکیب شیوه‌های یادگیری مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال ایجاد می‌شود. این یادگیرندگان اندیشیدن درباره مفاهیم را به ارتباط داشتن با دیگران ترجیح می‌دهند. افرادی غیر هیجانی هستند و عملکرد خوبی دارند. از ترکیب شیوه‌های یادگیری تجربه عینی و مشاهده تأملی، سبک یادگیری واگرا ایجاد می‌شود. یادگیرندگان دارای سبک واگرا، توانایی زیادی در حل مشکلات از طریق جمع‌آوری دیدگاه‌های گوناگون و تولید ایده‌های متنوع در رسیدن به یک راه‌حل خلاق دارند و تمایل دارند تحلیل خود را تقویت کنند. با ترکیب شیوه‌های یادگیری مفهوم‌سازی انتزاعی و تجربه عینی، یادگیری عمل‌گرا یا انطباق‌دهنده ایجاد می‌شود. افراد دارای این سبک یادگیری در موقعیت‌هایی که نیاز به تصمیم‌گیری سریع وجود دارد موفق‌تر عمل می‌کنند و خطرپذیر بوده و سریع سازش پیدا می‌کنند (Rezaee, Ahadi & Asadzadeh, 2015). برای سنجش و ارزیابی میزان دانش، اطلاعات، معلومات و مهارت‌های دانش‌آموزان برای هر دو گروه آزمایش و گواه از پیش‌آزمون استفاده شد تا مشخص شود تا لحظه اجرای آزمون قادر به انجام چه کارها و ارائه چه اطلاعاتی هستند. سپس جهت مشخص شدن وضعیت آنها نتایج آزمون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس گروه آزمایش تحت تأثیر متغیر مستقل واقعیت افزوده تلفن همراه قرار گرفت و تدریس برای گروه گواه به روش رایج (سنجی) صورت گرفت. بعد از اعمال متغیر بر روی گروه آزمایش نتیجه با گروه گواه مقایسه شد.

باتوجه به نوع تلفن‌های همراه دارای سیستم عامل اندروید در دسترس دانش‌آموزان و حمایت از برنامه‌های ساخت داخل، برای تدریس مباحث با کمک واقعیت افزوده تلفن همراه از یک پلتفرم ایرانی (راوینو) استفاده شد. سپس جهت استفاده از این نرم‌افزار، با راهنمایی‌های شرکت روایتگران دنیای نو آموزش‌های لازم دیده شد. در این پلتفرم با مشخص کردن یک هدف، محتوای مورد آموزش برای هر صفحه موردنظر از مباحث مشخص شده، در یک هدف مجزا بارگذاری شد و جهت تعامل بیشتر با دانش‌آموزان و دریافت سؤالات، نمادی تعبیه گردید تا با لمس این نماد دانش‌آموزان بتوانند پرسش‌های خود را مطرح و پاسخ را دریافت نمایند. در موقع اجرای فایل صوتی مربوط به توضیحات شکل، برای مشاهده هم‌زمان تصویر کتاب و شنیدن محتوای فایل صوتی، نمادی اضافه شد که با لمس آن سایر محتواها از صفحه حذف شوند و بعد از خاتمه توضیحات دوباره با لمس آن محتواها ظاهر شوند. در صورت از دسترس خارج شدن محتوا می‌توان با لمس نماد چشم، محتوا را مجدداً مشاهده نمود. با لمس نماد قفل محتوای در حال اجرا از دسترس خارج نمی‌شود. در ضمن شرایطی فراهم شد تا دانش‌آموزان بتوانند در هر زمانی که فرصت پیدا می‌کنند بدون محدودیت در مدت‌زمان و تعداد دفعات استفاده از برنامه موردنظر به یادگیری محتوا بپردازند. علاوه بر موارد ذکر شده، پلتفرم طوری تنظیم گردید تا در صورت نوشتن مطالب در صفحه موردنظر توسط دانش‌آموزان یا باز کردن فایل کتاب با استفاده از لپ‌تاپ و رایانه نیز قابل اجرا باشد. در شکل‌های زیر (۱ و ۲) می‌توان بخشی از این برنامه را که منجر به بارگذاری محتوای آموزشی در پلتفرم شده است را مشاهده کرد.



شکل ۱. مراحل انجام پرسش و پاسخ



شکل ۲. محتوای آموزشی بارگذاری شده به صورت واقعیت افزوده بر روی صفحه کتاب درسی پایه دوازدهم تجربی

بعد از آماده‌سازی پلتفرم، در زمان تعیین شده جهت تدریس مباحث منتخب، ابتدا از هر دو گروه آزمایش و گواه پیش‌آزمون به عمل آمد. سپس با بررسی نتایج حاصل، دانسته‌های دانش‌آموزان مشخص گردید و باتوجه به اطلاعات حاصل در خصوص چگونگی تدریس مطالب و ایجاد مهارت‌های جدید در فراگیران تصمیمات لازم اتخاذ شد. فرایند آموزش در گروه آزمایش شامل سه بخش اصلی است: آموزش نحوه استفاده از برنامه و فناوری واقعیت افزوده، استفاده از برنامه و یادگیری مطالب، ارزیابی یادگیری و یاد داری. در گروه آزمایش (واقعیت افزوده تلفن همراه) ابتدا به دانش‌آموزان توضیحات لازم در مورد فناوری واقعیت افزوده و کاربردهای آن ارائه گردید. سپس راهنمایی‌های لازم برای نصب برنامه و اجرای آن صورت گرفت و نحوه کار با این برنامه توضیح داده شد. پس از نصب برنامه روی گوشی هوشمند، دانش‌آموزان با ورود به برنامه و جستجوی کد داده شده، با گرفتن دوربین دستگاه خود به سمت صفحه کتاب که الگوی واقعیت افزوده است، فیلمنامه طرح‌ریزی شده مبتنی بر چند رسانه‌ای تعاملی بارگذاری و اجرا می‌شود. کاربر می‌تواند با استفاده از رابط کاربری تعبیه شده در برنامه، فایل صوتی مربوط به توضیحات مطالب را اجرا و گوش دهد، به مشاهده فیلم‌ها و تصاویر کمک آموزشی بپردازد و از طریق نماد ایجاد شده سؤالات خود را ارسال نماید. با کمک این روش دانش‌آموزان می‌توانند در محیط واقعی ببینند و به راحتی مسائل را درک کنند؛ بنابراین انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری افزایش می‌یابد و به آنها در به دست آوردن مهارت‌های بهتر کمک می‌کند.

فرایند آموزش در گروه گواه شامل دو بخش اصلی است: آموزش و یادگیری مطالب، ارزیابی یادگیری و یاد داری. در

گروه گواه تدریس به روش رایج و سنتی طی چهار جلسه به صورت هم ارز، صورت گرفت اما ارزیابی یادگیری و یاد داری به همراه گروه آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. برای آموزش این گروه فقط از کتاب درسی و توضیحات معلم استفاده گردید. پس از پایان جلسات تدریس، برای سنجش اثربخشی روش آموزشی، برنامه درسی و پروژه‌های آموزشی از هر دو گروه پس‌آزمون به عمل آمد و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از گذشت سه هفته از تدریس مباحث مورد نظر، جهت سنجش میزان یاد داری آموخته‌ها، بدون اطلاع داشتن دانش‌آموزان از مبحث مورد ارزیابی، از هر دو گروه آزمایش و گواه آزمون سنجش سطح یاد داری به عمل آمد تا مشخص گردد یادگیری مطالب در کدام روش تدریس از ماندگاری بیشتری برخوردار است. پس از اتمام فرایند تدریس، پرسش‌نامه محقق ساخته توسط دانش‌آموزان گروه آزمایش جهت ارزیابی میزان علاقه‌مندی و انگیزش برای استفاده از این روش تدریس نوین، پس از پایان تدریس تکمیل شد.

برای سنجش پایایی پرسش‌نامه محقق ساخته ارزیابی یادگیری و یاد داری از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. محاسبه این ضریب با کمک نرم‌افزار آماری SPSS26 انجام شد. ضریب آلفای کرونباخ برای سؤالات مربوط به متغیر مستقل ۰/۷۲۱ برای سؤالات مربوط به متغیر وابسته ۰/۹۲۱ و برای کل سؤالات ۰/۸۶۹ است. جهت بررسی پایایی آزمون‌ها، در این پژوهش از روش کودر - ریچاردسون استفاده شد. باتوجه به اینکه مقدار پایایی کودر - ریچاردسون برای آزمون‌ها بیش از مقدار ۰/۷ مورد محاسبه قرار گرفت، بنابراین میزان پایایی آزمون‌ها تأیید می‌شود.

یافته‌ها

بررسی پیش‌فرض‌های آزمون‌های آماری

پیش از آزمون فرضیات پژوهش با استفاده از آزمون‌های آماری، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و ضرایب چولگی و کشیدگی بررسی و در ادامه ارائه شده است. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها فرضیه صفر مبتنی بر این که توزیع داده‌ها نرمال است در سطح خطای ۵ درصد آزمون می‌شود؛ بنابراین اگر مقدار معناداری آزمون بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۰۵ به دست آید، در این صورت فرضیه صفر رد نمی‌شود و داده‌ها نرمال هستند. همچنین اگر ضرایب چولگی در بازه (۳ و -۳) و ضرایب کشیدگی در بازه (۱۰ و -۱۰) قرار بگیرند آنگاه می‌توان نرمال بودن توزیع داده‌ها را تأیید نمود.

جدول ۱. آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها - دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی

| نام متغیر | گروه گواه پایه دوازدهم تجربی | | | گروه آزمایش پایه دوازدهم تجربی | | | تجزیه و تحلیل | |
|------------------------|----------------------------------|----------------|--------|--------------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|--------|
| | آماره آزمون کولموگروف - اسمیرنوف | مقدار معناداری | چولگی | کشیدگی | آماره آزمون کولموگروف - اسمیرنوف | مقدار معناداری | | چولگی |
| نمرات پیش‌آزمون | ۰/۲۲۲ | ۰/۰۰۱ | ۱/۰۵۳ | ۰/۵۵۳ | ۰/۱۶۳ | ۰/۰۶۲ | ۰/۹۹۶ | ۱/۲۲۲ |
| نمرات پس‌آزمون | ۰/۱۶۲ | ۰/۰۶۷ | -۰/۹۶۱ | ۰/۵۱۷ | ۰/۱۷۳ | ۰/۰۳۸ | -۰/۵۳۱ | -۰/۵۷۵ |
| نمره سنجش سطح یاد داری | ۰/۲۱۹ | ۰/۰۰۲ | -۰/۹۸۰ | ۰/۷۳۴ | ۰/۱۱۶ | ۰/۲۰۰ | ۰/۲۹۶ | -۰/۳۹۸ |
| تجربه عینی | ۰/۱۵۳ | ۰/۱۰۸ | -۰/۳۹۶ | ۰/۸۵۳ | ۰/۰۸۹ | ۰/۲۰۰ | -۰/۰۵۹ | ۰/۲۹۳ |
| مشاهده تأملی | ۰/۱۵۱ | ۰/۱۱۷ | -۰/۴۴ | -۰/۴۸۸ | ۰/۱۴۹ | ۰/۱۳۱ | -۰/۷۷۵ | ۰/۷۹ |
| مفهوم‌سازی انتزاعی | ۰/۱۴۱ | ۰/۱۷۹ | -۰/۲۴۱ | ۰/۷۶۲ | ۰/۱۳۲ | ۰/۲۰۰ | -۰/۸۵۶ | ۰/۷۹۳ |
| آزمایشگری فعال | ۰/۱۱۰ | ۰/۲۰۰ | -۰/۲۴۷ | -۰/۷۵۱ | ۰/۱۱۹ | ۰/۲۰۰ | ۰/۱۹۵ | -۰/۸۸۶ |

جدول ۱ آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها را درباره نمرات آزمون‌ها و پرسش‌نامه سبک یادگیری کلب برای گروه‌های

آزمایش و گواه نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمرات آزمون‌ها، نمرات متغیرهای تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال از پرسش‌نامه سبک‌های یادگیری کلب، نرمال هستند؛ بنابراین برای مقایسه نمرات آزمون‌ها از آزمون‌های t جفتی و t گروه‌های مستقل، برای مقایسه نمرات متغیرهای تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی، آزمایشگری فعال در دو گروه آزمایش و گواه از آزمون t گروه‌های مستقل استفاده شد.

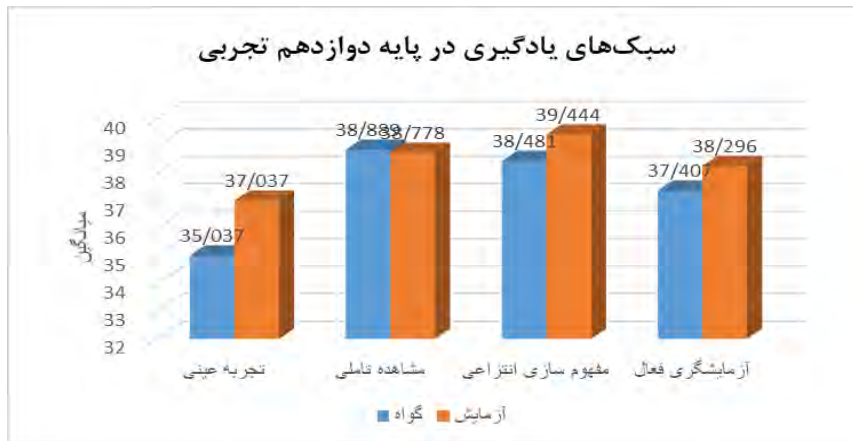
مقایسه سبک‌های یادگیری کلب در دو گروه گواه و آزمایش

در این قسمت برای دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی، نمرات سبک‌های یادگیری با استفاده از آزمون t گروه‌های مستقل مقایسه شده است. در مقایسه دو گروه گواه و آزمایش فرضیه صفر به این صورت است که میانگین نمرات سبک‌های یادگیری در دو گروه گواه و آزمایش تفاوت معناداری ندارد ($\mu_{\text{گواه}} = \mu_{\text{آزمایش}}$). چنانچه مقدار معناداری آزمون t گروه‌های مستقل کوچک‌تر از $0/05$ به دست آید به این معنی است که فرضیه صفر رد شده و میانگین نمرات سبک‌های یادگیری دو گروه گواه و آزمایش اختلاف معناداری دارد.

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی

| سبک‌های یادگیری | گروه | میانگین | انحراف معیار | معناداری |
|--------------------|---------------------|---------|--------------|-------------|
| تجربه عینی | گواه ($n = 27$) | ۳۵/۰۳۷ | ۴/۶۵۳ | $P = 0/121$ |
| | آزمایش ($n = 27$) | ۳۷/۰۳۷ | ۴/۶۷۸ | |
| مشاهده تأملی | گواه ($n = 27$) | ۳۸/۸۸۹ | ۳/۸۸۶ | $P = 0/925$ |
| | آزمایش ($n = 27$) | ۳۸/۷۷۸ | ۴/۶۹۳ | |
| مفهوم‌سازی انتزاعی | گواه ($n = 27$) | ۳۸/۴۸۱ | ۴/۵۳۵ | $P = 0/489$ |
| | آزمایش ($n = 27$) | ۳۹/۴۴۴ | ۵/۵۷۷ | |
| آزمایشگری فعال | گواه ($n = 27$) | ۳۷/۴۰۷ | ۴/۸۶۲ | $P = 0/489$ |
| | آزمایش ($n = 27$) | ۳۸/۲۹۶ | ۴/۵۱۳ | |

جدول ۲ شاخص‌های توصیفی سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی را در دو گروه گواه و آزمایش نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ چون مقدار معناداری آزمون t گروه‌های مستقل برای ۴ متغیر تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال بزرگ‌تر از $0/05$ به دست آمده است، بنابراین چنین استنباط می‌شود که بین نمرات تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی، آزمایشگری فعال دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی به روش واقعیت افزوده تعاملی آموزش ندیده و آموزش دیده تفاوت معناداری از نظر آماری وجود ندارد. باتوجه‌به جدول فوق، میانگین «تجربه عینی» دانش‌آموزان در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر $35/037$ و $37/037$ است. میانگین «مشاهده تأملی» دانش‌آموزان در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر $38/889$ و $38/778$ است. میانگین «مفهوم‌سازی انتزاعی» دانش‌آموزان در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر $38/481$ و $39/444$ است. میانگین «آزمایشگری فعال» دانش‌آموزان در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر $37/407$ و $38/296$ است.



نمودار ۱. میانگین سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی

مقایسه نمرات آزمون‌های پیشرفت تحصیلی و یاد داری در دو گروه گواه و آزمایش

در این قسمت برای دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی، نمرات آزمون‌ها با استفاده از آزمون‌های t جفتی و t گروه‌های مستقل مقایسه شده است. در مقایسه دو گروه گواه و آزمایش فرضیه صفر به این صورت است که میانگین نمرات در دو گروه گواه و آزمایش تفاوت معناداری ندارد ($\mu_{\text{گواه}} = \mu_{\text{آزمایش}}$). چنانچه مقدار معناداری آزمون t گروه‌های مستقل کوچک‌تر از ۰/۰۵ به دست آید به این معنی است که فرضیه صفر رد شده و میانگین نمرات دو گروه گواه و آزمایش اختلاف معناداری دارد. همچنین در مقایسه نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون فرضیه صفر به این صورت است که میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری ندارد ($\mu_{\text{پیش‌آزمون}} = \mu_{\text{پس‌آزمون}}$). چنانچه مقدار معناداری آزمون t جفتی کوچک‌تر از ۰/۰۵ به دست آید به این معنی است که فرضیه صفر رد شده و میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری دارد.

سؤال پژوهشی فرعی اول

آموزش از طریق واقعیت افزوده تعاملی در مقایسه با آموزش از طریق کتاب سنتی و شیوه مرسوم تا چه حد در میزان یادگیری محتوای درسی زیست‌شناسی در دانش‌آموزان تأثیر دارد؟
در ادامه مقایسه نمرات آزمون‌های پیشرفت تحصیلی و یاد داری دانش‌آموزان دوازدهم تجربی در دو گروه گواه و آزمایش قبل و بعد از آموزش ارائه شده است.

جدول ۳. مقایسه نمرات آزمون‌های پیشرفت تحصیلی در دو گروه گواه و آزمایش - پایه دوازدهم تجربی

| گروه - زمان | پیش‌آزمون میانگین \pm انحراف معیار | پس‌آزمون میانگین \pm انحراف معیار | آزمون t جفتی |
|------------------------|---|--|----------------|
| گواه (n = ۲۷) | ۲/۶۸۱ \pm ۶/۱۲ | ۳/۱۸۳ \pm ۱۴/۰۳۷ | $***P < ۰/۰۰۱$ |
| آزمایش (n = ۲۷) | ۳/۰۳۸ \pm ۵/۶۵۷ | ۲/۳۳۷ \pm ۱۶/۰۲۸ | $***P < ۰/۰۰۱$ |
| آزمون t گروه‌های مستقل | $P = ۰/۵۵۵$ | $P = ۰/۰۱۲$ | |

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتایج حاصل از آزمون t جفتی نشان داد که نمرات در هر دو گروه گواه و آزمایش بعد از آموزش افزایش معناداری نسبت به نمرات قبل از آموزش داشته است ($***P < ۰/۰۰۱$). همچنین نتایج حاصل از آزمون t گروه‌های مستقل نشان داد که در دو گروه آزمایش و گواه قبل از آموزش ($P = ۰/۵۵۵$) اختلاف معنادار نبود و دو گروه شبیه به هم بودند؛ اما در پس‌آزمون بین دو گروه اختلاف معناداری وجود دارد ($P = ۰/۰۱۲$) و دانش‌آموزان گروه آموزش‌دیده عملکرد بهتری داشتند.

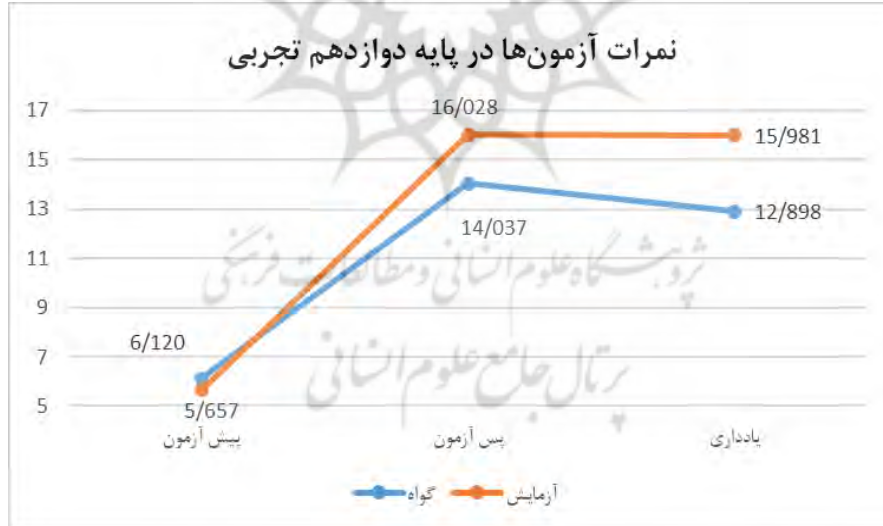
سؤال پژوهشی فرعی دوم

بین میزان یاد داری محتوای درسی زیست‌شناسی در دانش‌آموزانی که از طریق واقعیت افزوده تعاملی آموزش دیده‌اند در مقایسه با آنهایی که با کتاب سنتی و به شیوه مرسوم آموزش دیده‌اند؛ تفاوت معنی‌داری وجود دارد؟
جدول ۴. مقایسه نمرات پس‌آزمون و سنجش سطح یاد داری در دو گروه گواه و آزمایش - پایه دوازدهم تجربی

| گروه - زمان | پیش‌آزمون میانگین \pm انحراف معیار | پس‌آزمون میانگین \pm انحراف معیار | آزمون t جفتی |
|------------------------|---|--|----------------|
| گواه (n = ۲۷) | ۳/۱۸۳ \pm ۱۴/۰۳۷ | ۲/۶۵۷ \pm ۱۲/۸۹۸ | $***P < ۰/۰۰۱$ |
| آزمایش (n = ۲۷) | ۲/۳۳۷ \pm ۱۶/۰۲۸ | ۱/۴۸۴ \pm ۱۵/۹۸۱ | $P = ۰/۹۲۳$ |
| آزمون t گروه‌های مستقل | $P = ۰/۰۱۲$ | $P = ۰/۳۷۶$ | |

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتایج حاصل از آزمون t جفتی نشان داد که نمرات آزمون سنجش سطح یاد داری در گروه آزمایش اختلاف معناداری با نمرات بعد از آموزش نداشته است ($P = ۰/۹۲۳$). بنابراین تأثیرگذاری آموزش از طریق واقعیت افزوده تعاملی در آزمون یاد داری نیز حفظ شده است. همچنین نتایج حاصل از آزمون t گروه‌های مستقل نشان داد که در دو گروه آزمایش و گواه در آزمون یاد داری ($***P < ۰/۰۰۱$) اختلاف معنادار بود و گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه گواه داشتند.

میانگین «نمرات پیش‌آزمون» دانش‌آموزان دوازدهم تجربی در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر ۶/۱۲ و ۵/۶۵۷ است. میانگین «نمرات پس‌آزمون» دانش‌آموزان در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر ۱۴/۰۳۷ و ۱۶/۰۲۸ است. میانگین «نمرات یاد داری» دانش‌آموزان در گروه‌های آموزش ندیده و آموزش دیده به ترتیب برابر ۱۲/۸۹۸ و ۱۵/۹۸۱ است.



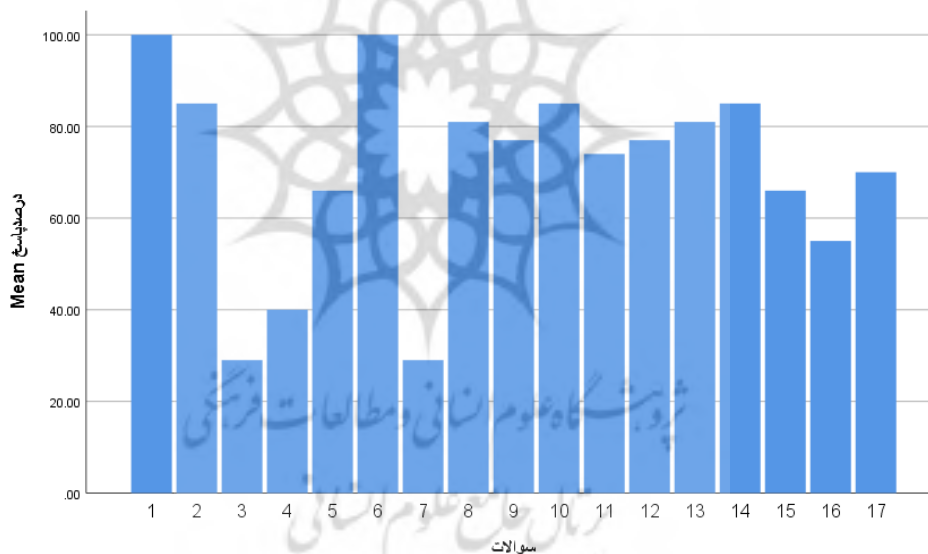
نمودار ۲: میانگین نمرات آزمون‌ها در دانش‌آموزان پایه دوازدهم تجربی

بررسی نتایج حاصل از پرسش‌نامه ارزیابی یادگیری و یاد داری

بر اساس نمودار (۳) نتایج مطالعه‌ای که از توزیع پرسش‌نامه بین ۲۷ دانش‌آموز گروه آزمایش پایه دوازدهم تجربی درباره گویه‌های مطرح شده در پرسش‌نامه به‌دست‌آمده ارائه می‌شود. مطالعه تمام بخش‌های در نظر گرفته شده بر روی مخاطب هدف از طریق پرسش‌نامه برخط ۱۷ گویه‌ای انجام شده است.

در سؤال اول، میانگین پاسخ دانش‌آموزان در موافقت با جمله «در آموزش زیست‌شناسی، درک درست دانش‌تئوری مهم است»، مطابق انتظار بسیار بالا بود. در مورد سؤال دوم بیشتر دانش‌آموزان درباره جمله «در آموزش زیست‌شناسی،

تمرین کردن در شرایط واقعی مهم است» نظر موافق و کاملاً موافق دارند. واضح است که برای پوشش دادن درصد باقیمانده در این نظرسنجی باید مطالعات بیشتری صورت بگیرد. در پرسش سوم، درصد پاسخ موافق با جمله «کتاب‌های درسی برای آموزش زیست‌شناسی کافی هستند»، پایین است. این نتیجه اهمیت نیاز به منابع کمکی برای آموزش زیست‌شناسی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، نشان می‌دهد که منابع در دسترس کافی نیستند. درصد پاسخ در سؤال چهارم به جمله «در کتاب‌هایی که برای آموزش زیست‌شناسی استفاده می‌شوند تصاویر کافی وجود دارند»، حاکی از این موضوع است که تدریس مطالب زیست‌شناسی باید بر اساس تصویرسازی و تمرین باشند. پاسخ‌های سؤال پنجم به جمله «در آموزش زیست‌شناسی، از ویدئوهای همراه با متحرک‌سازی و اجسام واقعی استفاده شود»، این نتیجه را نشان می‌دهد که آموزش زیست‌شناسی در تمام سطوح با استفاده از ویدئوهای آموزشی بهتر است. در سؤال ششم، همه پاسخ‌دهنده‌ها موافق ماندگاری بیشتر یادگیری با حافظه تصویری هستند. به بیان دیگر، نیاز به یادگیری بصری حدود ۱۰۰٪ است. بررسی پرسش هفتم نشان می‌دهد بیشتر پاسخ‌دهنده‌ها شناخت کمی از این فناوری داشتند. در سؤال هشتم بیشتر پاسخ‌ها نشان از رضایت استفاده از فناوری واقعیت افزوده برای یادگیری زیست‌شناسی در مدارس را دارد. در سؤال‌های نهم، دهم، یازدهم و دوازدهم بیشتر دانش‌آموزان ابراز نمودند در هنگام کار با این نرم‌افزار علاوه بر حفظ توجه و علاقه، مطالب را با سرعت یادگیری خود و با جزئیات بیشتری فرامی‌گیرند و هیجان و سرگرمی نیز به یادگیری‌شان افزوده می‌شود. در سؤال‌های سیزدهم، چهاردهم، پانزدهم، شانزدهم و هفدهم بیشتر دانش‌آموزان با تأثیر این فناوری در تثبیت یادگیری، تلاش برای یادگیری، تحریک حس کنجکاوی، پیگیری پیشرفت توسط خود و آسان شدن یادگیری محتوای درسی نظر موافق و کاملاً موافق دارند.



نمودار ۳: درصد پاسخ هفده سؤال در خصوص تحلیل نیازها در گروه آزمایش پایه دوازدهم تجربی

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آموزش مجازی با بهره‌گیری از واقعیت افزوده تعاملی درس زیست‌شناسی انجام شده است. این پژوهش سعی دارد با کمک فرایندهای ذکر شده ثابت کند استفاده از فناوری واقعیت افزوده تعاملی مانند یکی از روش‌های چندرسانه‌ای تعاملی می‌تواند تأثیر بسزایی در یادگیری و یاد داری محتوای کتاب درسی داشته باشد. امید بر این است تا به دانش‌آموزان در درک مطالب و بهتر اندیشیدن کمک شود تا جهت رفع نیازهای کشور دانش‌آموزانی خلاق و کارا پرورش یابند؛ بنابراین برای نیل به این هدف از شیوه آموزشی خاصی که مبتنی بر طراحی است استفاده شده است. برای ارزیابی یاددهی، یادگیری و یاد داری محتوا موضوعات مربوط به مبحث فتوسنتز انتخاب شد.

باتوجه به نتایج به دست آمده در تحلیل آزمون‌ها و عملکرد بهتر دانش‌آموزان گروه آزمایش، این پژوهش نشان داد در صورتی که آموزش با روش واقعیت افزوده تعاملی ادامه داشته و مباحث بیشتری از کتاب با این روش تدریس شود، این روش می‌تواند به عنوان مکمل کتاب‌های درسی مفید واقع شود و محدودیت‌های آموزش سنتی را برطرف کرده و فرایند آموزش را تسهیل نماید. در ضمن امکان تکرارپذیری فیلمنامه‌های طراحی شده به روش واقعیت افزوده تعاملی از مزایای استفاده از این فناوری است که به کاربران این امکان را می‌دهد که در خارج از کلاس درس با نقشی فعال و مشارکت ذهنی بیشتر، با سرعت یادگیری خود به آموختن بپردازند. از سوی دیگر بررسی نتایج حاصل از سبک‌های یادگیری کلب نشان داد از نظر سبک‌های یادگیری تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال بین گروه‌های گواه و آزمایش، اختلاف معنادار وجود ندارد؛ بنابراین مداخله این روش در تدریس فقط به علت اثربخشی روش آموزشی بکار رفته است و سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان در ایجاد این نتایج تأثیری نداشته است؛ بنابراین تأثیر این روش آموزشی نوین در پیشرفت تحصیلی، یادگیری و یاد داری تأیید می‌شود.

از نقاط قوت قابل ذکر روش آموزشی به کار رفته می‌توان به این موارد اشاره کرد: روش نوشتن و گفتگو به طور سنتی در محیط کلاس کاهش یافت. سبب درک مفاهیم و فرایندهای ناملموس شد. به دلیل تعامل ایجاد شده جهت طرح سؤالات در نرم‌افزار، روند یادگیری جذاب شد. به دلیل نمایش مفاهیم در مقابل چشم دانش‌آموزان، تمرکز آنها از بین رفته و از یادگیری مطالب خسته نشدند. امکانی فراهم شد تا دانش‌آموزان در هر زمانی بتوانند از فناوری واقعیت افزوده استفاده کنند، بنابراین یادگیری به زمان کلاس درس محدود نشد و دانش‌آموزان توانستند بعد از کلاس و ضمن تعامل، با سرعت خودشان یاد بگیرند و فرایند یادگیری به یادگیری خودآموز تغییر پیدا کرد.

این نتایج با نتایج دیبر پژوهش‌ها (Ashtari Mahini & Klarestani, 2017; Khleghi & Afrasyabi, 2016; Safari, 2016; Anzabi & Soltani, 2019; Bicen & Bal, 2016; Fotaris et al, 2017; Kalana et al, 2020; Arslan et al, 2020) همسو است؛ زیرا هدف اصلی استفاده از این نوع فناوری‌ها در آموزش، ایجاد واکنش مثبت نسبت به موضوع موردنظر، افزایش انگیزه افراد در یادگیری، ارضای حس کنجکاوی و کمک به دانش‌آموزان در جهت بهتر اندیشیدن و درک مطالب است. با کمک این فناوری دانش‌آموزان می‌توانند برای درک کامل مفاهیم درسی به طراحی و ساخت اجسام واقعی بپردازند. این فناوری می‌تواند با تولید یک فیلمنامه آموزشی دانش‌آموز محور برنامه‌ریزی‌های لازم را برای افزایش انگیزه دانش‌آموزان، توضیح و تفسیر درس و همچنین اضافه کردن اطلاعات بیشتر درسی انجام دهد. علاوه بر این دانش‌آموز فکر می‌کند و آموزش لذت‌بخش‌تر است. می‌تواند به طور بالقوه بر انتقال دانش، توجه دانش‌آموزان، تعامل بین دانش‌آموزان با یکدیگر و با معلم، کسب مهارت و تجربه عملی در آموزش حوزه‌های مختلف تأثیر بگذارد.

مطابق یافته‌ها در پایه دوازدهم تجربی افزایش معنادار میانگین نمرات در دو گروه گواه و آزمایش بعد از آموزش (پس‌آزمون) در مقایسه با قبل از آموزش (پیش‌آزمون) نشان‌دهنده این مطلب است که در هر دو گروه یادگیری اتفاق افتاده است؛ اما باتوجه به میانگین نمره بالاتر پس‌آزمون در گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه، عملکرد گروه آزمایش بهتر بوده و تدریس به روش واقعیت افزوده تعاملی منجر به یادگیری بهتری شده است.

از نقاط قوت دیگر این پژوهش محبوب شدن این روش آموزشی تعاملی بین تمامی دانش‌آموزان با توانایی‌های یادگیری مختلفی است. به دلیل درگیر شدن دانش‌آموزان با تجربیات آموزشی، فرایند آموزش فعال‌تر شد و نیازی به توضیح مجدد مطالب توسط معلم نبود. همچنین دردسترس بودن تلفن همراه هوشمند، استفاده آسان این فناوری، دانش‌آموز محور بودن آن، پیگیری پیشرفت توسط دانش‌آموزان و ارتباط داشتن با علاقه آنان سبب تشویق به همکاری دانش‌آموزان و تسریع روند آموزش گردید.

این نتایج با نتایج دیگر پژوهش‌ها (Asadi Nodolghi & Khaligh, 2017; Rajabiyan Dehzireh et al, 2017; Alikhani et al, 2018; Kucuk et al, 2016; Chin et al, 2018; Ozdemir et al, 2018; Markamah et al, 2018) همسو است چرا که واقعیت افزوده سعی دارد با ارائه شکل‌های تازه‌ای از محیط‌های یادگیری، روش‌های جدیدی را در

سیستم آموزشی به‌ویژه در محیط‌های کارگاهی بکار گیرد تا از پیچیدگی مطالب در روند آموزش به دانش‌آموزان کاسته شود و کمک کند تا فراگیران دانش، مهارت و تجربه بیشتری کسب نمایند. همچنین واقعیت افزوده امکان آموختن واقعیت‌های مختلف و تجربه یادگیری کاملاً متفاوت را در مقایسه با کلاس‌های درس سنتی به دانش‌آموزان می‌دهد. با کمک این فناوری، دانش‌آموزان یادگیری با کیفیت بالا را تجربه می‌کنند و می‌توانند مفاهیم پیچیده یادگیری را بهتر درک کنند. پتانسیل خوب فناوری واقعیت افزوده سبب شده به‌عنوان یک نرم‌افزار کمک‌آموزشی موفق عمل کند و حتی به‌عنوان رقیبی برای ابزارهای سنتی آموزش در نظر گرفته شود. فناوری واقعیت افزوده با ایجاد محیط دیداری غنی و جذاب، یادگیری کلامی و یادگیری مشارکتی کمک می‌کند تا دانش‌آموزان از طریق تعاملات اجتماعی به ساخت دانش بپردازند. علاوه بر این، انواع گسترده تعاملات به‌ویژه یادگیرنده - یادگیرنده و محتوای تقویت خواهد کرد.

بر اساس یافته‌ها، در پایه دوازدهم تجربی مقایسه نمرات پس‌آزمون با سنجش سطح یاد داری نشان می‌دهد که بین میانگین نمرات این دو آزمون اختلاف معناداری وجود نداشته است. این مطلب بیانگر این موضوع است که در هر دو گروه علاوه بر یادگیری، یاد داری هم صورت گرفته است. اما با توجه به این که افت نمره در گروه گواه بیشتر از گروه آزمایش است، در گروه گواه در مقایسه با گروه آزمایش اطلاعات از دست‌رفته بیشتر بوده و به خاطر آوری اطلاعات، سازماندهی و ثبت آنها در گروه آزمایش بیشتر بوده و یادگیری پایدارتری در این گروه صورت گرفته است. در واقع روش به‌کاررفته مهم‌تر از یادگیری، سبب یاد داری هم شده است و برای دانش‌آموزانی که می‌خواهند از این اطلاعات در آزمون‌های مختلف و حتی در زندگی استفاده کنند و یک شهروند موفق باشند کمک‌کننده است.

تحلیل پرسش‌نامه محقق ساخته نشان از استقبال دانش‌آموزان از این روش آموزشی دارد. وقتی در آموزش بر ویژگی‌های بصری، تصویرسازی، محتوای کافی، توجه به سرعت یادگیری تأکید می‌شود یادگیری و مهم‌تر از آن یاد داری نمود بهتری می‌یابد. به همین دلیل می‌توان از این روش برای افزایش انگیزه یادگیری، سنجش میزان یادگیری و یاد داری، تبدیل نقش منفعل به فعال، مشارکت ذهنی بیشتر، نزدیک‌سازی مفاهیم انتزاعی به واقعیت، تفسیر مطالب درسی همراه با سرگرمی، تحریک حس کنجکاوی، تعامل بیشتر دانش‌آموزان، ادامه آموزش در خارج از کلاس و عینی‌تر شدن آموزش کمک گرفت تا محوریت آموزش، در پرورش افراد سودمند برای جامعه تحقق یابد. در این زمینه می‌توان به نقاط قوت مهم دیگری که حاصل گردید اشاره کرد. استفاده از این فناوری ضمن ایجاد کنجکاوی و موفقیت یادگیری، سبب کسب یادگیری از طریق تجربه شد و نشان داد یادگیری با حافظه تصویری کارآمدتر است. به دلیل محدود بودن زمان کلاس مجازی، این روش آموزشی کمک کرد تا توضیح و تفسیر درس، اضافه کردن اطلاعات بیشتر درسی، نمایش پویانمایی و تصاویر کمک‌آموزشی امکان‌پذیر شود و دانش‌آموزان فرصت کافی برای یادداشت مطالب را در اختیار داشته باشند. یکی دیگر از نقاط قوت استفاده از این نرم‌افزار، اجرای سریع فایل صوتی یا نمایش فیلم آموزشی با لمس کردن دکمه نمایش است که سبب کاهش زمان استفاده از نرم‌افزار و اینترنت می‌شود. نتایج این فرضیه با نتایج تحقیقات دیگر (Ashtari Mahini & Klarestani, 2017; Rajabiyani Dehzireh et al, 2019; Faregh & Jafari, 2020; Sisi, 2020; Gharibi et al, 2020; Sampaio & Almeida, 2018; Erwinsah et al, 2019; Kalana et al, 2020) همسو است؛ زیرا به‌کارگیری فناوری واقعیت افزوده در تدریس تأثیر مثبتی برای یادگیری فراگیران دارد. در تبیین این نتیجه می‌توان گفت در مقایسه با روش سنتی کاربرد این فناوری با ایجاد انگیزه بالای یادگیری و اعتمادبه‌نفس بالاتر در فراگیران سبب رضایت فراگیران و ایجاد درک مستقیم و معنادار شده و زمینه بهبود یادگیری را فراهم ساخته است. پس آموزش علوم تجربی از جمله درس زیست‌شناسی از طریق برنامه‌های واقعیت افزوده منجر به ارائه عینی‌تر فرایندها و مفاهیم به فراگیران و افزایش توجه آنها به موضوع یادگیری می‌شود؛ لذا دانش‌آموزان با درک راحت‌تر روابط بین اندیشه‌ها، یادگیری پایدارتری را تجربه می‌کنند و این امکان فراهم می‌شود تا یادگیرندگان با تجزیه و تحلیل اشیا از دیدگاه‌های مختلف به یادگیری از طریق تجربه بپردازند. جدا از محدودیت‌های مالی، عدم دسترسی به متخصصین و فراهم نبودن زیرساخت‌های لازم، استفاده از فناوری واقعیت افزوده به‌عنوان مکمل کتاب‌های درسی مفید و کارآمد است و می‌تواند

فرایندهای آموزشی را تسهیل کند. تعامل موجود در واقعیت افزوده دانش‌آموزان را ترغیب می‌کند تا نقش فعال را جایگزین نقش منفعل کرده و با مشارکت ذهنی بیشتری به یادگیری مطالب بپردازند. امکان تکرارپذیری فیلمنامه‌های واقعیت افزوده در مباحث آموزشی، امکان رفع اشکال و ابهامات را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد. این فناوری در جمع‌آوری، پردازش و به یادآوری آموخته‌ها و اطلاعات به دانش‌آموزان کمک کرده و یادگیری جذاب، مهیج و سرگرم‌کننده‌ای را به وجود می‌آورد؛ بنابراین از بهترین شیوه‌های آموزش و تدریس جهت ارائه مطالب درسی به دانش‌آموزان مخصوصاً در آموزش مطالب انتزاعی است و می‌تواند در به‌دست‌آوردن مهارت‌های بهتر به یادگیرندگان کمک کند.

باتوجه به یافته‌های پژوهش می‌توان به پیشنهادهایی از جمله انجام پژوهش با حجم نمونه بزرگ‌تر و محتوای گسترده‌تر، جهت فراهم‌شدن ادبیات متراکم و منسجم در خصوص نحوه به‌کارگیری متغیرهای ذکر شده در پژوهش، ساخت و توزیع نرم‌افزارهای متناسب با دروس مختلف در سطح آموزشگاهی و ترغیب مدارس، اولیا و معلمان با آگاه‌کردن آنها از مزایای استفاده از واقعیت افزوده تعاملی در آموزش، تدوین مباحثی با این شیوه آموزشی در برنامه درسی به‌ویژه کتاب‌های درسی متوسطه کشور، تولید پویانمایی برای کمک به این سبک آموزشی، پژوهش درباره کاربردهای تطبیقی واقعیت افزوده، طراحی کلاس درس واقعیت افزوده و ارزیابی آن، مطالعه درباره نقش معلم در محیط‌های آموزشی واقعیت افزوده و استفاده از ابعاد مختلف فناوری واقعیت افزوده برای پیشبرد اهداف آموزشی اشاره کرد.

مشارکت نویسندگان

مسئولیت نگارش مقاله به عهده نویسنده مسئول و اول این مقاله بوده است. نویسنده دوم در گردآوری داده‌ها و منابع نقش داشته است.

تشکر و قدردانی

از تمامی مشارکت‌کنندگان در این تحقیق اعم از معلمان که همکاری لازم را داشتند، کمال سپاس را دارم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

- Alikhani, P., Rezaeizadeh, M., Vahidi Asl, M. & Karimi Moghadam, N. (2018). Learning atmospheric phenomena through AR-Sky Blue augmented reality software with an emphasis on increasing interaction. *The third national conference of subsidized games; Opportunities and challenges, Isfahan University*. [In Persian]
- Arslan, R., Kofoglu, M. & Dargut, C. (2020). Development of Augmented Reality Application for Biology Education. *Journal of Turkish Science Education*, 17 (1). [DOI:10.36681/tused.2020.13](https://doi.org/10.36681/tused.2020.13)
- Asadi Nodolghi, M.R. & Khaligh, G. (2017). Investigating the application of augmented reality in improving the quality of skills training. *5th national conference and 4th international conference on skill training and employment, Tehran* [In Persian]
- Ashtari Mahini, M. & Klarestani, M. (2017). artificial intelligence in the teaching-learning process, *National conference in applied engineering of young researchers and elites club of Islamic Azad University*. [In Persian]
- Bicen, H. & Bal, E. (2016). Determination of student opinions in augmented reality. *World Journal on Educational Technology*, 8(3), 205-209. [DOI:10.18844/wjet.v8i3.642](https://doi.org/10.18844/wjet.v8i3.642)

- Chang, H. Y., Theerapong, B., Jyh, C. L., Guo, L. C., Kun, H. C., Silvia, W.Y. L., & Chin, C. T. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Journal of Computer and Education*, 191(11):104641. DOI: [10.1016/j.compedu.2022.104641](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641)
- Chin, K. Y., Wang, C. S., & Chen, Y. L. (2018). Effects of an augmented reality-based mobile yttmm nn tttttt tt laarii gg ccii vvmntt s ddd mtt ivtt inn fir a lrrr ll rrrr ee. *Interactive Learning Environments*, 1-15. DOI: [10.1080/10494820.2018.1504308](https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1504308)
- Erwinsah, R., Aria, M. & Yusup, Y. (2019). Application of technology in biological learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 066090. DOI: [10.1088/1742-6596/1402/6/066090](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/6/066090).
- Faregh, S., & Jafari Sisi, M. (2020). The impact of interactive augmented reality-based education on the learning and remembering of empirical science lesson. *Technology of Education Journal*, 14(3), 571-582. [In Persian] DOI: [10.22061/jte.2019.4656.2099](https://doi.org/10.22061/jte.2019.4656.2099)
- Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I. & Smith, P. (2017). *A systematic review of Augmented Reality game-based applications in primary education*. In Proceedings of the 11th European Conference on Game-Based Learning, Graz, Austria.
- Gharibi, F., Nateghi, F., Moosavipour, S., & Seifi, M. (2020). The Effect of Augmented Reality Training on Learning, Retention and Cognitive Load in Biology Lessons. *Educational Development of Judishapur*, 11, 167-183. [In Persian] DOI: [10.22118/edc.2019.197513.1125](https://doi.org/10.22118/edc.2019.197513.1125)
- Jamali, S.S., Shiratuddin, M.F., Wong, K.W. & Oskam, C.L. (2015). Utilising Mobile-Augmented Reality for Learning Human Anatomy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 659–668. DOI: [10.1016/j.sbspro.2015.07.054](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.054)
- Kalana, M. H. A., Syahrul, N., Junaini, A. H. & Fauzi, A. (2020). Mobile Augmented Reality for Biology Learning: Review and Design Recommendations. *Journal of Critical Reviews*, 17(12), 2394-5125. DOI: [10.31838/jcr.07.12.104](https://doi.org/10.31838/jcr.07.12.104)
- Khleghi, A. & Afrasyabi, A. (2016). Augmented reality and its effect on education, *The first international conference on innovation and research in arts and humanities*. [In Persian]
- Kucuk, S., Kapakin, S. & Goktas, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical Sciences Education*, 9(5), 411-421. DOI: [10.1002/ase.1603](https://doi.org/10.1002/ase.1603).
- Markamah, N., Subiyanto, S. & Murnomo, A. (2018). The effectiveness of augmented reality app to improve student's achievement in learning introduction to animals. *Journal of Education and Learning*, 12(4), 2089-9823. DOI: [10.11591/edulearn.v12i4.9334](https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i4.9334)
- Omurtak, E. & Zeybek, G. (2022). The effect of augmented reality applications in biology lesson on academic achievement and motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 8(1), 55-74. DOI: [10.21891/jeseh.1059283](https://doi.org/10.21891/jeseh.1059283)
- Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S. & Demir, M.K. (2018). The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta Analysis Study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 74, 165- 186. DOI: [10.14689/ejer.2018.74.9](https://doi.org/10.14689/ejer.2018.74.9)
- Rajabiyani Dehzireh, M., Dortaj, F., & Bashirnejad Dastjerdi, H. (2019). The effect of educational augmented reality on perceived motivational atmosphere and high-level thinking among students. *Technology of Education Journal*, 14(1), 123-134. [In Persian] DOI: [10.22061/jte.2018.4242.2034](https://doi.org/10.22061/jte.2018.4242.2034)
- Rajabiyani Dehzireh, M., Maghami, H., Esmaeeli Gujar, S., & Sharifati, S. (2017). The effect of educational augmented reality on lifelong learning and learning performance in students. *Educational Technologies in Learning*, 3(9), 63-91. [In Persian] DOI: [10.22054/jti.2020.43564.1268](https://doi.org/10.22054/jti.2020.43564.1268)
- Rezaee, A., Ahadi, H. & Asadzadeh, H. (2015). Prediction of progress motivation based on club learning styles in high school students in Tehran. *Journal of knowledge and research in applied psychology*, 16(3), 34-41. [In Persian] URL: <https://sanad.iau.ir/journal/jsrp/Article/533976?jid=533976>
- Safadel, P. & White, D. (2018). Facilitating Molecular Biology Teaching by Using Augmented

- Reality (AR) and Protein Data Bank (PDB). *Tech Trends*, 63(2), 188–193. DOI: [10.1007/s11528-018-0343-0](https://doi.org/10.1007/s11528-018-0343-0).
- Safari Anzabi, H. & Soltani, M. (2019). The use of virtual reality and augmented reality in teaching the content of elementary school science courses in Iran. *National conference of subject-educational knowledge (content education)*. [In Persian]
- Sampaio, D. & Almeida, P. (2018). Students' motivation, concentration and learning skills using Augmented Reality. *Proceedings of the 4th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'18)*.
- Yll 11, İ. Ü. & Karakoyun, F. (2021). Using augmented reality in biology teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 40-51. DOI: [10.52380/mojet.2021.9.3.286](https://doi.org/10.52380/mojet.2021.9.3.286).

